

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-153610

(P2016-153610A)

(43) 公開日 平成28年8月25日(2016.8.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/023 (2006.01)	FO1N 3/02 321K	2G060
GO1N 27/22 (2006.01)	GO1N 27/22 A	3G091
FO1N 3/00 (2006.01)	FO1N 3/00 F	3G190

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-31526 (P2015-31526)  
 (22) 出願日 平成27年2月20日 (2015.2.20)

(71) 出願人 000000170  
 いすゞ自動車株式会社  
 東京都品川区南大井6丁目26番1号  
 (74) 代理人 100171619  
 弁理士 池田 顕雄  
 (72) 発明者 内山 正  
 神奈川県藤沢市士棚8番地 いすゞ自動車  
 株式会社 藤沢工場内  
 (72) 発明者 嶋 哲史  
 神奈川県藤沢市士棚8番地 いすゞ自動車  
 株式会社 藤沢工場内  
 Fターム(参考) 2G060 AA03 AD03 AE20 AF10 AG11  
 GA01 GA07 HB02 HC10 HC13  
 HC15 KA10  
 3G091 AA18 AB02 BA26 HA15 HA37  
 最終頁に続く

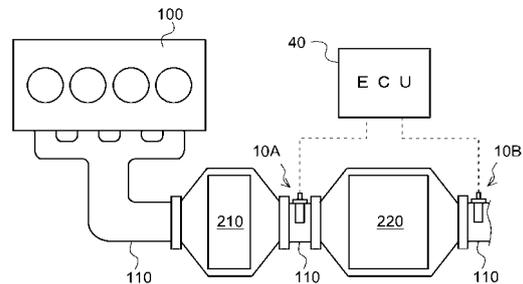
(54) 【発明の名称】 排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】フィルタによるPMの捕集効率をリアルタイムで取得する。

【解決手段】多孔質性隔壁で区画されてフィルタ220に流入する排気ガス中のPMを捕集する複数の第1セルを有する第1センサフィルタ31A及び、第1セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する第1電極対32A, 33Aを備え、フィルタよりも排気ガスの排気上流側に設けられる第1PMセンサ10Aと、多孔質性隔壁で区画されてフィルタから排出された排気ガス中のPMを捕集する複数の第2セルを有する第2センサフィルタ31B及び、第2セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する第2電極対32B, 33Bを備え、フィルタよりも排気ガスの排気下流側に設けられる第2PMセンサ10Bと、第1電極対間の第1静電容量と第2電極対間の第2静電容量に基づいて、フィルタでのPMの捕集効率を取得するフィルタ状態判定部とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関の排気系に設けられて排気ガス中の粒子状物質を捕集するフィルタと、  
多孔質性隔壁で区画されて前記フィルタに流入する排気ガス中の粒子状物質を捕集する複数の第 1 セルを有する第 1 センサフィルタ及び、前記第 1 セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する少なくとも一対の第 1 電極を備え、前記フィルタよりも排気ガスの排気上流側に設けられる第 1 センサと、

多孔質性隔壁で区画されて前記フィルタから排出された排気ガス中の粒子状物質を捕集する複数の第 2 セルを有する第 2 センサフィルタ及び、前記第 2 セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する少なくとも一対の第 2 電極を備え、前記フィルタよりも排気ガスの排気下流側に設けられる第 2 センサと、

一対の前記第 1 電極間の第 1 静電容量と一対の前記第 2 電極間の第 2 静電容量に基づいて、前記フィルタでの前記粒子状物質の捕集効率を取得する捕集効率取得手段と、  
を備える排気浄化装置。

**【請求項 2】**

前記捕集効率取得手段は、所定周期で前記第 1 静電容量と前記第 2 静電容量を取得し、最新の第 1 静電容量を含む複数の第 1 静電容量から第 1 静電容量の変化率を演算し、最新の第 2 静電容量を含む複数の第 2 静電容量から第 2 静電容量の変化率を演算し、前記第 1 静電容量の変化率と前記第 2 静電容量の変化率に基づいて、前記フィルタでの前記粒子状物質の捕集効率を取得する

請求項 1 に記載の排気浄化装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 センサは、通電によって発熱して前記第 1 センサフィルタに堆積した粒子状物質を燃焼除去する第 1 ヒータを有し、

前記第 2 センサは、通電によって発熱して前記第 2 センサフィルタに堆積した粒子状物質を燃焼除去する第 2 ヒータを有し、

所定のフィルタ再生条件が成立した場合に前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータのそれぞれに通電し、前記第 1 センサフィルタに堆積した粒子状物質と前記第 2 センサフィルタに堆積した粒子状物質を共に燃焼除去するフィルタ再生手段をさらに有する

請求項 1 又は 2 に記載の排気浄化装置。

**【請求項 4】**

前記第 1 センサフィルタ及び前記第 2 センサフィルタが、前記複数のセルを一方向に並列に配置した第 1 フィルタ層及び第 2 フィルタ層であり、

一対の前記第 1 電極及び一対の前記第 2 電極が、前記第 1 フィルタ層を挟んで対向する一対の第 1 平板状電極及び前記第 2 フィルタ層を挟んで対向する一対の第 2 平板状電極である

請求項 3 に記載の排気浄化装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、排気ガス中に含まれる粒子状物質（以下、PM という）を捕集して排気ガスを浄化する排気浄化装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

内燃機関から排出される排気ガス中に含まれる PM をフィルタで捕集して排気ガスを浄化する排気浄化装置が知られている。この排気浄化装置には、フィルタよりも排気ガスの排気上流側と排気下流側のそれぞれに PM センサを配置してフィルタの故障判定を行うものがある。例えば、特許文献 1 に記載の排気浄化装置では、ヒータで再生可能な抵抗式の PM センサをフィルタよりも排気上流側と排気下流側のそれぞれに配置し、各 PM センサからの検出信号に基づいてフィルタに流入する流入 PM 量とフィルタから流出する流出 P

10

20

30

40

50

M量を取得すると共に捕集効率を求め、捕集効率を所定の判断閾値と比較することでフィルタの故障の有無を判定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-149525号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、フィルタに関しては、故障と判定される前に捕集効率が悪化する傾向を認識できることが望ましい。これは故障の前に交換や補修といった対応ができるからである。このため、PMの捕集効率についてはリアルタイムで取得できることが望ましい。

10

【0005】

開示の排気浄化装置は、PMの捕集効率をリアルタイムで取得することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

開示の排気浄化装置は、内燃機関の排気系に設けられて排気ガス中の粒子状物質を捕集するフィルタと、多孔質性隔壁で区画されて前記フィルタに流入する排気ガス中の粒子状物質を捕集する複数の第1セルを有する第1センサフィルタ及び、前記第1セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する少なくとも一对の第1電極を備え、前記フィルタよりも排気ガスの排気上流側に設けられる第1センサと、多孔質性隔壁で区画されて前記フィルタから排出された排気ガス中の粒子状物質を捕集する複数の第2セルを有する第2センサフィルタ及び、前記第2セルを挟んで対向配置されてコンデンサを形成する少なくとも一对の第2電極を備え、前記フィルタよりも排気ガスの排気下流側に設けられる第2センサと、一对の前記第1電極間の第1静電容量と一对の前記第2電極間の第2静電容量に基づいて、前記フィルタでの前記粒子状物質の捕集効率を取得する捕集効率取得手段と、を備える。

20

【発明の効果】

【0007】

開示の排気浄化装置によれば、フィルタによるPMの捕集効率をリアルタイムで取得できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第一実施形態のPMセンサが適用された排気系の一例を示す概略構成図である。

【図2】第一実施形態のPMセンサを示す模式的な部分断面図である。

【図3】PMの捕集を説明する部分拡大断面図である。

【図4】(A)は、第1PMセンサと第2PMセンサの静電容量変化量の経時的な変化を説明する図、(B)及び(C)は、周期的に取り込んだ静電容量の差を模式的に示す図である。

【図5】第二実施形態のPMセンサを示す模式的な部分断面図である。

40

【図6】(A)は、第三実施形態に係る各センサ部の模式的な斜視図、(B)は、第三実施形態に係る各センサ部の模式的な分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面に基づいて、本発明の各実施形態に係るセンサを説明する。同一の部品には同一の符号を付してあり、それらの名称及び機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【0010】

[第一実施形態]

図1は、第一実施形態の第1PMセンサ10A、第2PMセンサ10Bが適用されたデ

50

ディーゼルエンジン（以下、単にエンジンという）100の排気系の一例を示す概略構成図である。エンジン100の排気管110内には、排気上流側から順に酸化触媒210、及びディーゼルパテキュレートフィルタ（DPF，以下単にフィルタともいう）220などが設けられている。

#### 【0011】

酸化触媒210は未燃燃料（HC）が供給されると、これを酸化して排気温度を上昇させる。フィルタ220は、多孔質性の隔壁で区画された多数のセルを排気の流れ方向に沿って配置し、これらセルの上流側と下流側とを交互に目封止して形成されている。フィルタ220は、排気中のPMを隔壁の細孔や表面に捕集すると共に、PM堆積推定量が所定量に達すると、これを燃焼除去するいわゆるフィルタ強制再生が実行される。フィルタ強制再生は、例えば上流側の酸化触媒210に未燃燃料を供給し、フィルタ220に流入する排気温度をPM燃焼温度まで昇温することで行われる。

10

#### 【0012】

第1PMセンサ10Aは、フィルタ220よりも排気上流側の排気管110、詳しくは酸化触媒210とフィルタ220の間の排気管110に設けられ、フィルタ220に流入する排気に含まれるPM量を検出する。第2PMセンサ10Bは、フィルタ220よりも排気下流側の排気管110、詳しくはフィルタ220の直後の排気管110に設けられ、フィルタ220から排出された排気に含まれるPM量を検出する。

#### 【0013】

次に、図2に基づいて第一実施形態に係る第1PMセンサ10A及び第2PMセンサ10Bの詳細構成について説明する。図2に示すように、第1PMセンサ10Aと第2PMセンサ10Bは同じ構造をしている。このため、以下の説明において、各PMセンサ10A、10BをPMセンサ10としてまとめて説明する。説明に際し、第1PMセンサ10Aが備える各部には、第1の語句を頭に付すと共に符号Aを末尾に付す。また、第2PMセンサ10Bが備える各部には、第2の語句を頭に付すと共に符号Bを末尾に付す。

20

#### 【0014】

PMセンサ10（第1PMセンサ10A、第2PMセンサ10B）は、排気管110内に挿入されたケース部材11（第1ケース部材11A、第2ケース部材11B）と、ケース部材11を排気管110に取り付ける台座部20（第1台座部20A、第2台座部20B）と、ケース部材11内に収容されたセンサ部30（第1センサ部30A、第2センサ部30B）と、コントロールユニット40とを備えている。

30

#### 【0015】

ケース部材11は、底部側（図示例では下端側）を閉塞した有底円筒状に形成されている。ケース部材11の筒軸方向の長さLは、その底部側の筒壁部が排気管110の軸中心CL近傍まで突出するように、排気管110の半径Rと略同一の長さで形成されている。なお、以下の説明では、ケース部材11の底部側を先端側、底部側とは反対側をケース部材11の基端側とする。

#### 【0016】

ケース部材11の先端側筒壁部には、周方向に間隔を隔てて配置された複数の導入口12（第1導入口12A、第2導入口12B）が設けられている。また、ケース部材11の基端側筒壁部には、周方向に間隔を隔てて配置された複数の導出口13（第1導出口13A、第2導出口13B）が設けられている。導入口12の総開口面積 $S_{12}$ は、導出口13の総開口面積 $S_{13}$ よりも小さく形成されている（ $S_{12} < S_{13}$ ）。すなわち、導入口12付近の排気流速 $V_{12}$ が導出口13付近の排気流速 $V_{13}$ よりも遅くなることで（ $V_{12} < V_{13}$ ）、導入口12側の圧力 $P_{12}$ は導出口13側の圧力 $P_{13}$ よりも高くなる（ $P_{12} > P_{13}$ ）。これにより、導入口12からはケース部材11内に排気ガスが円滑に取り込まれると同時に、導出口13からはケース部材11内の排気ガスが排気管110内に円滑に導出される。

40

#### 【0017】

台座部20は、雄ネジ部21（第1雄ネジ部21A、第2雄ネジ部21B）と、ナット

50

部 2 2 ( 第 1 ナット部 2 2 A , 第 2 ナット部 2 2 B ) とを備えている。雄ネジ部 2 1 はケース部材 1 1 の基端部に設けられており、ケース部材 1 1 の基端側開口部を閉塞する。この雄ネジ部 2 1 は、排気管 1 1 0 に形成されたボス部 1 1 0 A の雌ネジ部と螺合される。ナット部 2 2 は、例えば六角ナットであって、雄ネジ部 2 1 の上端部に固定されている。これら雄ネジ部 2 1 及びナット部 2 2 には、後述する導電線 3 5 , 3 6 ( 第 1 導電線 3 5 A , 3 6 A , 第 2 導電線 3 5 B , 3 6 B ) 等を挿通させる貫通孔 ( 不図示 ) が形成されている。

【 0 0 1 8 】

センサ部 3 0 ( 第 1 センサ部 3 0 A , 第 2 センサ部 3 0 B ) は、センサフィルタ 3 1 ( 第 1 センサフィルタ 3 1 A , 第 2 センサフィルタ 3 1 B ) と、複数対の電極 3 2 , 3 3 ( 第 1 電極対 3 2 A , 3 3 A , 第 2 電極対 3 2 B , 3 3 B ) と、電気ヒータ 3 4 ( 第 1 電気ヒータ 3 4 A , 第 2 電気ヒータ 3 4 B ) とを備えている。

10

【 0 0 1 9 】

センサフィルタ 3 1 は、例えば、多孔質セラミックスの隔壁で区画された格子状の排気流路をなす複数のセルの上流側と下流側とを交互に目封止して形成されている。このセンサフィルタ 3 1 は、セルの流路方向をケース部材 1 1 の軸方向 ( 図中上下方向 ) と略平行にした状態で、ケース部材 1 1 の内周面にクッション部材 C M を介して保持されている。

【 0 0 2 0 】

図 3 に拡大して示すように、導入口 1 2 からケース部材 1 1 内に取り込まれた排気ガス中の P M 3 0 0 は、破線の矢印で示すように、排気ガスが下流側を目封止されたセル C 1 ( C 1 A , C 1 B ) から上流側を目封止されたセル C 2 ( C 2 A , C 2 B ) に流れ込むことで、隔壁表面や細孔に捕集される。なお、以下の説明では、下流側が目封止されたセルを測定用セル C 1 ( 第 1 測定用セル C 1 A , 第 2 測定用セル C 1 B ) といい、上流側が目封止されたセルを電極用セル C 2 ( 第 1 電極用セル C 2 A , 第 2 電極用セル C 2 B ) という。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、電極 3 2 , 3 3 は、例えば導電性の金属線であって、測定用セル C 1 を挟んで対向する電極用セル C 2 ( 第 1 電極用セル C 2 A , 第 2 電極用セル C 2 B ) に下流側 ( 非目封止側 ) から交互に挿入されてコンデンサを形成する。これら電極 3 2 , 3 3 は、コントロールユニット 4 0 に内蔵された図示しない静電容量検出回路に導電線 3 5 , 3 6 ( 第 1 導電線 3 5 A , 3 6 A , 第 2 導電線 3 5 B , 3 6 B ) を介してそれぞれ接続されている。

30

【 0 0 2 2 】

電気ヒータ 3 4 は、例えば電熱線であって、通電により発熱してセンサフィルタ 3 1 を直接加熱することで、測定用セル C 1 内に堆積した P M を燃焼除去するいわゆるフィルタ再生を実行する。このため、電気ヒータ 3 4 は、連続 S 字形に屈曲して形成されており、互いに平行な直線部分を各測定用セル C 1 内に流路に沿って挿入されている。

【 0 0 2 3 】

コントロールユニット 4 0 は、フィルタ再生制御部 4 1 と、第 1 P M 量推定演算部 4 2 と、第 2 P M 量推定演算部 4 3 と、フィルタ状態判定部 4 4 とを各機能要素として備えている。これら機能要素は、一体のハードウェアであるコントロールユニット 4 0 に含まれるものとして説明するが、別体のハードウェアに設けることもできる。

40

【 0 0 2 4 】

フィルタ再生制御部 4 1 は、本発明のフィルタ再生手段の一例であり、静電容量検出回路 ( 不図示 ) によって検出される各電極 3 2 , 3 3 間の静電容量 C p に基づいてフィルタ再生条件が成立か否かを判定し、フィルタ再生条件が成立した場合に、電気ヒータ 3 4 を ON ( 通電 ) にするフィルタ再生制御を実行する。電極 3 2 , 3 3 間の静電容量 C p は、電極 3 2 , 3 3 間の媒体の誘電率  $\epsilon$ 、電極 3 2 , 3 3 の表面積 S、電極 3 2 , 3 3 間の距離 d とする以下の数式 1 で表される。

【 0 0 2 5 】

50

【数 1】

$$C_p = \sum (\epsilon \times \frac{S}{d}) \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

【0026】

数式 1 において、電極 32, 33 の表面積  $S$  は一定であり、測定用セル C1 に捕集された PM によって誘電率  $\epsilon$  及び距離  $d$  が変化すると、これに伴い静電容量  $C_p$  も変化する。すなわち、電極 32, 33 間の静電容量  $C_p$  とセンサフィルタ 31 の PM 堆積量との間には比例関係が成立する。

10

【0027】

フィルタ再生制御部 41 は、第 1 PM センサ 10A が備える第 1 電極対 32A, 33A 間の媒体の誘電率  $\epsilon_A$ 、表面積  $S_A$ 、距離  $d_A$  に基づいて算出された第 1 電極対 32A, 33A の第 1 静電容量  $C_{pA}$  と、第 2 PM センサ 10B が備える第 2 電極対 32B, 33B 間の媒体の誘電率  $\epsilon_B$ 、表面積  $S_B$ 、距離  $d_B$  に基づいて算出された第 2 電極対 32B, 33B の第 2 静電容量  $C_{pB}$  の何れかが、PM 上限堆積量を示す所定の静電容量上限閾値  $C_{p\_max}$  に達すると、フィルタ再生条件が成立したとして各電気ヒータ 34A, 34B を ON にするフィルタ再生を開始する。このフィルタ再生は、各静電容量  $C_{pA}$ ,  $C_{pB}$  が PM の完全除去を示す所定の静電容量下限閾値  $C_{p\_min}$  に低下するまで継続される。

20

【0028】

なお、図 1 で説明したように、本実施形態では、第 1 PM センサ 10A がフィルタ 220 よりも排気上流側に配置され、第 2 PM センサ 10B がフィルタ 220 よりも排気下流側に配置されている。このため、フィルタ 220 が PM を捕集していれば、第 1 PM センサ 10A の方が第 2 PM センサ 10B よりも早期に PM が堆積され、先に第 1 静電容量  $C_{pA}$  が上限閾値  $C_{p\_max}$  に達する。

【0029】

第 1 PM 量推定演算部 42 は、再生インターバル間（フィルタ再生終了から次のフィルタ再生開始）における第 1 PM センサ 10A の静電容量変化量  $\Delta C_{pA}$  に基づいて、フィルタ 220 に流入する排気ガス中の総 PM 量  $m_{PM\_A}$  を推定する。再生インターバル間に第 1 センサフィルタ 31A で捕集される PM 量  $m_{PM\_A}$  は、第 1 PM センサ 10A の静電容量変化量  $\Delta C_{pA}$  に一次の係数  $\beta$  を乗算した以下の数式 2 で得られる。

30

【0030】

【数 2】

$$m_{PM\_A} = \beta \cdot \Delta C_{pA} \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

40

【0031】

第 2 PM 量推定演算部 43 は、再生インターバル間における第 2 PM センサ 10B の静電容量変化量  $\Delta C_{pB}$  に基づいて、フィルタ 220 から排出された排気ガス中の総 PM 量  $m_{PM\_B}$  を推定する。再生インターバル間に第 2 センサフィルタ 31B で捕集される PM 量  $m_{PM\_B}$  は、第 2 PM センサ 10B の静電容量変化量  $\Delta C_{pB}$  に一次の係数  $\beta$  を乗算した以下の数式 3 で得られる。

【0032】

50

【数 3】

$$m_{PM\_B} = \beta \cdot \Delta C_{p\_B} \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0033】

10

フィルタ状態判定部44は、本発明の捕集効率取得手段の一例であり、再生インターバル間における第1PMセンサ10Aの静電容量変化量  $C_{p\_A}$  と再生インターバル間における第2PMセンサ10Bの静電容量変化量  $C_{p\_B}$  に基づいて、フィルタ220での粒子状物質の捕集効率をリアルタイムで取得し、フィルタ220の状態を判定する。

【0034】

図4(A)に示す例において、第1PMセンサ10Aの静電容量変化量  $C_{p\_A}$  は、時刻  $t_0$  で静電容量下限閾値  $C_{p\_min}$  である。その後、時間の経過と共に静電容量変化量  $C_{p\_A}$  は上昇し、時刻  $t_n$  では  $C_{p\_A\_t_n}$ 、時刻  $t_m$  では  $C_{p\_A\_t_m}$  になる。同様に、第2PMセンサ10Bの静電容量変化量  $C_{p\_B}$  は、時刻  $t_0$  で静電容量下限閾値  $C_{p\_min}$  である。その後、時間の経過と共に静電容量変化量  $C_{p\_B}$  は上昇し、時刻  $t_n$  では  $C_{p\_B\_t_n}$ 、時刻  $t_m$  では  $C_{p\_B\_t_m}$  になる。

20

【0035】

静電容量変化量  $C_{p\_A}$  と静電容量変化量  $C_{p\_B}$  とを比較すると、静電容量変化量  $C_{p\_A}$  が静電容量変化量  $C_{p\_B}$  よりも傾きが大きく（単位時間あたりの上昇率が高く）なっている。これは、第2PMセンサ10Bがフィルタ220で浄化された後の排気を検出対象にしているのに対し、第1PMセンサ10Aがフィルタ220で浄化される前の排気を検出対象にしているからである。

【0036】

フィルタ状態判定部44は、第1PMセンサ10Aの静電容量変化量  $C_{p\_A}$  と、第2PMセンサ10Bの静電容量変化量  $C_{p\_B}$  をリアルタイムで監視しており、静電容量変化量  $C_{p\_A}$  と静電容量変化量  $C_{p\_B}$  に基づいてフィルタ220の状態を判定する。

30

【0037】

例えば、フィルタ状態判定部44は、静電容量変化量  $C_{p\_B}$  / 静電容量変化量  $C_{p\_A}$  の演算値  $C_{p\_B} / C_{p\_A}$  をフィルタ220でのPMの捕集効率として取得する。演算値  $C_{p\_B} / C_{p\_A}$  は、時刻  $t_0$  から判定時刻（最新時刻）までの期間において、フィルタ220へ流入したPM量（積算量  $C_{p\_A}$ ）に対するフィルタ220に捕集されずに排出されたPM量（積算量  $C_{p\_B}$ ）の比率であるから捕集効率を示している。フィルタ状態判定部44は、演算値  $C_{p\_B} / C_{p\_A}$  が所定の判定閾値以上になった場合に、フィルタ220のPM捕集能力が異常によって低下したと判定する。この判断閾値は、予め実験等によって求めておき、ECU40のメモリ（不図示）に記憶させておく。

40

【0038】

また、フィルタ状態判定部44は、演算値  $C_{p\_B} / C_{p\_A}$  と判定閾値との差分をリアルタイムで演算し、差分の時系列の変化に基づいて異常傾向にあるか否かを判定する。例えば、フィルタ状態判定部44は、演算値  $C_{p\_B} / C_{p\_A}$  と判定閾値が時間の経過に伴って小さくなり、この差分が差分用の判定閾値以下になった場合に、フィルタ220に異常が生じる可能性があるとして判定する。

【0039】

このように本実施形態によれば、フィルタ状態判定部44は、第1電極対32A, 33Aの第1静電容量  $C_{p\_A}$  と第2電極対32B, 33Bの第2静電容量  $C_{p\_B}$  に基づいて、フィルタ220でのPMの捕集効率を取得しているため、PMの捕集効率をリアルタイム

50

で取得できる。これにより、フィルタ220におけるPM捕集能力の異常低下やPM捕集能力の低下傾向（異常傾向）をリアルタイムで判定できる。

【0040】

加えて、本実施形態では、フィルタ220の排気上流側に第1PMセンサ10Aを設けているので、フィルタ220に流入するPMの量を高い精度で認識できる。すなわち、フィルタ220に流入するPM量はエンジン100の運転状態や燃料の性状などで推定できるが、燃料の品質で補正すると精度等を担保することが困難となる。この点、本実施形態では第1PMセンサ10Aを設けているので精度の高い判定ができる。

【0041】

ところで、上記の実施形態では、第1静電容量 $C_{pA}$ （静電容量変化量 $C_{pA}$ ）と第2静電容量 $C_{pB}$ （静電容量変化量 $C_{pB}$ ）に基づいて、フィルタ220に流入する排気ガス中の総PM量 $m_{PM\_A}$ 、フィルタ220から排出された排気ガス中の総PM量 $m_{PM\_B}$ 、フィルタ220でのPMの捕集効率を取得している。

10

【0042】

ここで、ECU40では、第1PMセンサ10A及び第2PMセンサ10Bからの出力信号を、リアルタイムの信号と見なせる短い繰り返し周期で取得し、第1静電容量 $C_{pA}$ や第2静電容量 $C_{pB}$ などを取得している。このため、最新の第1静電容量 $C_{pA}$ 及び最新の第2静電容量 $C_{pB}$ を含む複数の第1静電容量 $C_{pA}$ 及び第2静電容量 $C_{pB}$ から各静電容量 $C_{pA}$ 、 $C_{pB}$ の変化率（単位時間当たりの変化量 $dC_p/t$ ）を演算し、各静電容量 $C_{pA}$ 、 $C_{pB}$ の変化率に基づいてフィルタ220でのPMの捕集効率を取得してもよい。

20

【0043】

図4(B)の例では、最新の各静電容量 $C_{Pm}$ （ $C_{pA\_m}$ 、 $C_{pB\_m}$ ）と1周期前の各静電容量 $C_{Pm-1}$ （ $C_{pA\_m-1}$ 、 $C_{pB\_m-1}$ ）から変化率 $dC_{Pm}/t$ を演算している。同様に図4(C)の例では、最新の各静電容量 $C_{Pm}$ と1周期前の各静電容量 $C_{Pm-1}$ と2周期前の各静電容量 $C_{Pm-2}$ と3周期前の各静電容量 $C_{Pm-3}$ から変化率 $(dC_{Pm} + dC_{Pm-1} + dC_{Pm-2})/3t$ を演算している。すなわち、フィルタ処理を施している。

【0044】

このように、第1PMセンサ10Aでの変化率 $dC_{pA\_m}/t$ 及び第2PMセンサ10Bでの変化率 $dC_{pB\_m}/t$ を演算することで、フィルタ220に流入した排気ガス中の総PM量 $m_{PM\_A}$ 、フィルタ220から排出された排気ガス中の総PM量 $m_{PM\_B}$ 、及びフィルタ220でのPMの捕集効率などについて、最新の瞬時値を取得できる。これらの総PM量 $m_{PM\_A}$ 、総PM量 $m_{PM\_B}$ 、及びPMの捕集効率については、例えば予め実験等により取得した変化率 $dC_{Pm}/t$ とPM量 $m_{PM}$ の関係を示すマップを用いることで、変化率 $dC_{pA\_m}/t$ や変化率 $dC_{pB\_m}/t$ に対応するPM量 $m_{PM}$ を取得できる。

30

【0045】

また、図4(C)のように、複数周期の変化率の平均値を取得することにより、突発的に発生したノイズの影響を軽減できる。

40

【0046】

これらの瞬時値に基づき、必要に応じてエンジン100からのPM排出量を低減するための制御を行うことができる。例えば、EGRの循環量を少なくしたり、空気過剰率を増やしたり、燃料噴射量を減らしたり、燃料の噴射タイミングを調整する制御が、高い精度でリアルタイムに行える。

【0047】

[第二実施形態]

次に、図5に基づいて、第二実施形態に係るPMセンサ10（第1PMセンサ10C、第2PMセンサ10D）の詳細について説明する。第二実施形態のPMセンサ10（10C、10D）は、第一実施形態のPMセンサ10（10A、10B）において、ケース部

50

材を二重管構造にしたものである。他の構成要素については同一構造となるため、詳細な説明は省略する。また、コントロールユニット 40 など一部の構成要素については図示を省略している。

【0048】

第二実施形態のケース部材は、有底円筒状の内側ケース部 11 (11C, 11D) と、内側ケース部 11 の円筒外周面を囲む円筒状の外側ケース部 15 (15C, 15D) とを備えている。

【0049】

内側ケース部 11 は、先端側が外側ケース部 15 よりも突出するように、その軸方向長さを外側ケース部 15 よりも長く形成されている。また、内側ケース部 11 の底部には、内側ケース部 15 内の排気ガスを排気管 110 内に導出する導出口 13 (13C, 13D) が設けられている。さらに、内側ケース部 11 の基端側の筒壁部には、周方向に間隔を隔てて配置された複数の通過口 14 (14C, 14D) が設けられている。この通過口 14 は、内側ケース部 11 の外周面と外側ケース部 15 の内周面とで区画された流路 16 (16C, 16D) 内の排気ガスを内側ケース部 11 内に通過させる。

10

【0050】

流路 16 の下流端には、内側ケース部 11 の先端側筒壁部と外側ケース部 15 の先端部とにより区画された円環状の導入口 12 (12C, 12D) が形成されている。導入口 12 の開口面積  $S_{12}$  は、導出口 13 の開口面積  $S_{13}$  よりも小さく形成されている ( $S_{12} < S_{13}$ )。

20

【0051】

すなわち、排気管 110 を流れる排気ガスは、外側ケース部 15 よりも先端側に突出した内側ケース部 11 の筒壁面に当たり、排気管 110 の軸中心 CL 近傍に配置された導入口 12 から流路 16 内に円滑に取り込まれる。さらに、流路 16 内を流れる排気ガスは、通過口 14 から内側ケース部 11 に取り込まれ、センサフィルタ 31 (31C, 31D) を通過した後に、排気管 110 の軸中心 CL 近傍に配置された導出口 13 から排気管 110 内に円滑に導出されるようになっている。このように、第二実施形態の PM センサ 10C, 10D では、導入口 12 と導出口 13 とを、排気管 110 内で排気流速が最も速くなる軸中心 CL 近傍に配置したことで、センサフィルタ 31 を通過する排気流量を効果的に高めることが可能になる。

30

【0052】

[ 第三実施形態 ]

次に、図 6 に基づいて、第三実施形態に係る PM センサの詳細について説明する。第三実施形態の PM センサは、第一実施形態のセンサ部 30 (30A, 30B) を積層タイプにしたものである。他の構成要素については同一構造となるため、詳細な説明及び図示は省略する。

【0053】

図 6 (A) は、第三実施形態のセンサ部 60 (60A, 60B) の斜視図、図 6 (B) はセンサ部 60 の分解斜視図をそれぞれ示している。センサ部 60 は、複数のフィルタ層 61 (61A, 61B) と、複数枚の電極板 62 (62A, 62B) 及び電極板 63 (63A, 63B) とを備えている。

40

【0054】

フィルタ層 61 は、例えば、多孔質セラミックス等の隔壁で区画されて排気流路をなす複数のセルの上流側と下流側とを交互に目封止し、これらセルを一方向に並列に配置した直方体状に形成されている。排気ガス中に含まれる PM は、図 6 (B) 中に破線矢印で示すように、排気ガスが下流側を目封止されたセル C11 (C11A, C11B) から上流側を目封止されたセル C12 (C12A, C12B) に流れ込むことで、セル C11 の隔壁表面や細孔に捕集される。なお、以下の説明では、セル流路方向をセンサ部 60 の長さ方向 (図 6 (A) 中の矢印 L) とし、セル流路方向と直交する方向をセンサ部 60 の幅方向 (図 6 (A) 中の矢印 W) とする。

50

## 【 0 0 5 5 】

一対の電極板 6 2 , 6 3 は、例えば、平板状の導電性部材であって、その長さ方向 L 及び幅方向 W の外形寸法をフィルタ層 6 1 と略同一に形成されている。これら一対の電極板 6 2 , 6 3 は、フィルタ層 6 1 を挟んで交互に積層されると共に、導電線 6 4 ( 6 4 A , 6 4 B )、導電線 6 5 ( 6 5 A , 6 5 B ) を介してコントロールユニット 4 0 に内蔵された図示しない静電容量検出回路にそれぞれ接続されている。

## 【 0 0 5 6 】

すなわち、一対の電極板 6 2 , 6 3 を対向配置し、これら電極板 6 2 , 6 3 間にフィルタ層 6 1 を挟持させたことで、セル C 1 1 全体がコンデンサを形成するようになっている。このように、第三実施形態の P M センサでは、平板状の電極板 6 2 , 6 3 によりセル C 1 1 全体をコンデンサにしたことで、電極表面積 S を効果的に確保することが可能となり、検出可能な静電容量絶対値を高めることができる。また、電極間距離 d がセルピッチとなり均一化されることで、初期静電容量のバラツキを効果的に抑制することができる。

10

## 【 0 0 5 7 】

なお、セル C 1 1 に堆積した P M を燃焼除去する場合は、電極板 6 2 , 6 3 に電圧を直接印加するか、あるいは、フィルタ層 6 1 と電極板 6 2 , 6 3 との間に図示しないヒータ基板等を介設すればよい。

## 【 0 0 5 8 】

[ その他 ]

本発明は、上述の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変形して実施することが可能である。

20

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 9 】

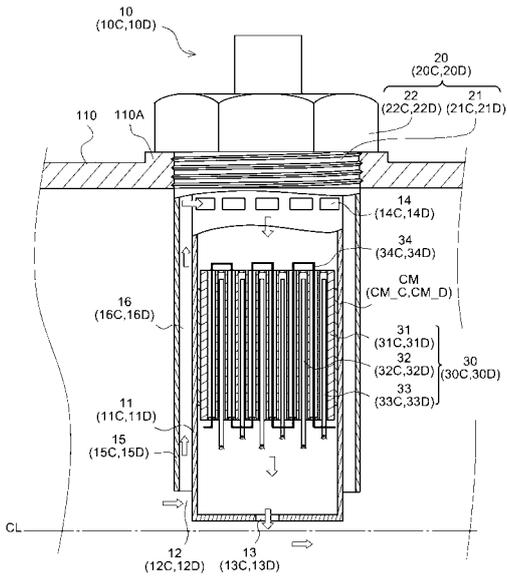
- 1 0 ( 1 0 A ~ 1 0 D ) P M センサ
- 1 1 ( 1 1 A , 1 1 B ) ケース部材
- 1 1 ( 1 1 C , 1 1 D ) 内側ケース部
- 1 2 ( 1 2 A ~ 1 2 D ) 導入口
- 1 3 ( 1 3 A ~ 1 3 D ) 導出口
- 2 0 ( 2 0 A ~ 2 0 D ) 台座部
- 2 1 ( 2 1 A ~ 2 1 D ) 雄ネジ部
- 2 2 ( 2 2 A ~ 2 2 D ) ナット部
- 3 0 ( 3 0 A ~ 3 0 D ) センサ部
- 3 1 ( 3 1 A ~ 3 1 D ) センサフィルタ
- 3 2 , 3 3 ( 3 2 A ~ 3 2 D , 3 3 A ~ 3 3 D ) 電極対
- 3 4 ( 3 4 A ~ 3 4 D ) 電気ヒータ
- 4 0 コントロールユニット
- 4 1 フィルタ再生制御部
- 4 2 第 1 P M 量推定演算部
- 4 3 第 2 P M 量推定演算部
- 4 4 フィルタ状態判定部

30

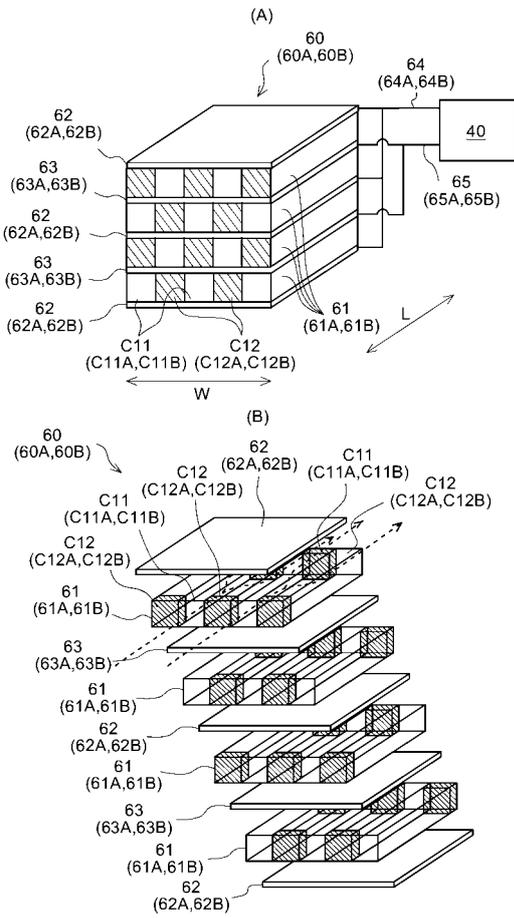
40



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G190 AA12 BA05 BA31 CB18 CB23 CB34 CB35 DB03 DB12 DD16  
EA56